

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. April 2004 (15.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/030857 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: B23K 26/10

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003026

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. September 2003 (10.09.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 46 198.8 1. Oktober 2002 (01.10.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): JENOPTIK AUTOMATISIERUNGSTECH-
NIK GMBH [DE/DE]; Göschwitzer Strasse 39b, 07745
Jena (DE).

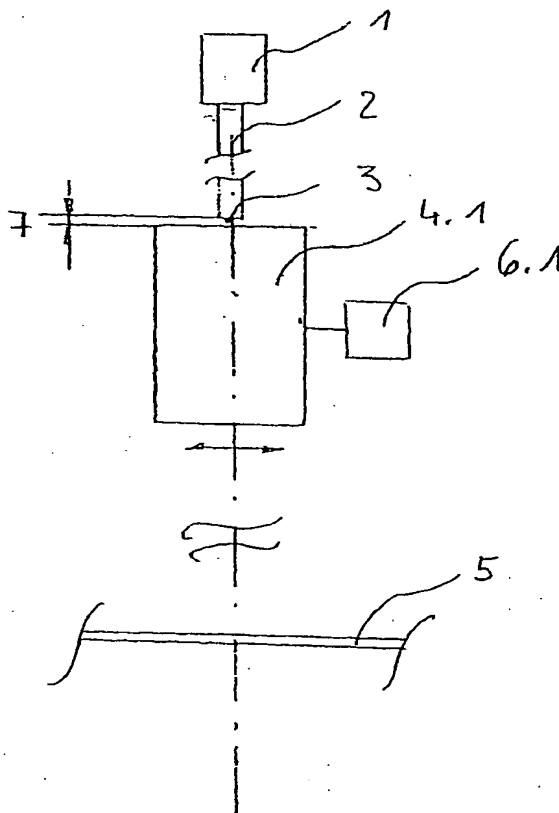
(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): EBERHARDT,
Gabriele [DE/DE]; Ziegenhainer Strasse 82a, 07749 Jena
(DE). ZÜHLKE, Hans-Ulrich [DE/DE]; Brahmsweg 25,
07743 Jena (DE).

(74) Anwälte: SCHALLER, Renate usw.; Oehmke & Kolle-
gen, Neugasse 13, 07743 Jena (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR WELDING BY MEANS OF LASER RADIATION

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUM SCHWEISSEN MITTELS LASERSTRAHLUNG



(57) Abstract: The invention relates to a device which enables the adjacent joining surfaces of two plastic parts (workpiece) to be welded together quasi-simultaneously by means of laser radiation, at a joining contour thereof. The bundle of rays emitted by a laser diode (1) is injected, by means of an optical fibre (2), into a first gradient index lens (4.1) which concentrates the bundle of rays onto the workpiece surface (5), the first gradient index lens (4.1) being deviated in relation to the output surface (3) of the optical fibre (2). In this way, the bundle of rays scans a joining contour on the workpiece surface (5) in order to quasi-simultaneously heat, plastify and weld the workpiece along said joining contour. A plurality of such devices can be assembled to form a more complex device, in order to simultaneously and quasi-simultaneously subject larger joining contours to radiation.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung, mit der mittels Laserstrahlung zwei Kunststoffteile über ihre aneinander liegenden Fügeflächen (Werkstück) über einer Fügekontur quasisimultan miteinander verschweisst werden können. Das von einer Laserdiode (1) emittierte Strahlenbündel wird über eine Lichtleitfaser (2) in eine erste Gradienten-Index-Linse (4.1) eingekoppelt, die das Strahlenbündel auf die Werkstückoberfläche (5) konzentriert, wobei die erste Gradienten-Index-Linse (4.1) gegenüber der Austrittsfläche (3) der Lichtleitfaser (2) ausgelenkt wird, wodurch das Strahlenbündel auf der Werkstückoberfläche (5) eine Fügekontur überstreicht, um das Werkstück entlang dieser Fügekontur quasisimultan zu erwärmen, zu plastifizieren und zu verschweissen. Mehrere solcher Vorrichtungen können zu einer komplexeren Vorrichtung zusammengefügt

werden, um grössere Fügekonturen simultan

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,

PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Rechenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Vorrichtung zum Schweißen mittels Laserstrahlung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum quasisimultanen Verschweißen zweier Kunststoffteile entlang einer Fügekontur mittels Laserstrahlung.

- 5 Unter einer Fügekontur soll im Sinne der Erfindung die Geometrie der Verschweißung zwischen den Fügeflächen der zu verschweißenden Teile (Werkstück) verstanden werden. Die Fügekontur kann grundsätzlich punktförmig, linienförmig oder flächig sein und im Raum oder nur in einer Ebene liegen. Abhängig von den zu verschweißenden Teilen kann sie sich in ihrer Ausdehnung im Bereich von nur
10 wenigen Millimetern bis hin zu mehreren Metern unterscheiden.

- Unter einem quasisimultanen Verschweißen soll verstanden werden, dass die Fügeflächen im Bereich der Fügekontur nahezu gleichzeitig erwärmt, plastifiziert und miteinander mit Setzweg verschweißt werden, indem vor dem Verschmelzen der zu verschweißenden Kunststoffteile ein Energiestrahл die Fügekontur mehrfach
15 überstreicht.

Beim simultanen Schweißen wird die gesamte Fügekontur gleichzeitig mit Energie beaufschlagt.

- Insbesondere abhängig von der Fügekontur und deren Ausdehnung sind die aus dem
20 Stand der Technik bekannten gattungsgleichen Vorrichtungen mehr oder weniger gut geeignet, die zu verbindenden Fügeflächen mit einem angemessenen zeitlichen und maschinentechnischen Aufwand zu verschweißen.

- Aus dem Stand der Technik bekannte Vorrichtungen, mit denen ausgedehnte
25 Fügekonturen geschweißt werden sollen, umfassen neben einer Laserstrahlungsquelle eine Scaneinrichtung, die grundsätzlich wenigstens aus einem strahlformenden optischen Element und einem strahlumlenkenden optischen Element bestehen. Dabei hat das strahlformende Element die Aufgabe, das Strahlenbündel auf die Werkstückoberfläche zu konzentrieren. Über die strahlumlenkenden
30 Elemente, die mit einem Antrieb verbunden sind, wird das Strahlenbündel ein- oder zweidimensional über die Werkstückoberfläche geführt.

Als strahlformende optische Elemente kommen hierfür konventionelle Sammellinsen oder sammelnd wirkende Linsenanordnungen zur Anwendung.

Als strahlumlenkende optische Elemente finden insbesondere Polygonspiegel, Galvanometerspiegel und Prismen Anwendung, die schwingend oder rotierend angetrieben werden. Mit derartigen Vorrichtungen, bei denen die Scaneinrichtung in einem festen Abstand zur Werkstückoberfläche angeordnet ist, können nur begrenzte Abtastbereiche auf der Werkstückoberfläche abgetastet werden. D.h. es können nur Fügekonturen geschaffen werden, die in ihrer Ausdehnung kleiner als die Größe des Abtastbereiches sind.

10 Ist die Fügekontur nur punktförmig, so kann grundsätzlich auf die angetriebenen strahlumlenkenden Elemente verzichtet werden. Die strahlumlenkenden Elemente sind auch dann nicht nötig, wenn die Fügekontur eine Linie ist und die Lichtquelle z.B. mittels einer Zylinderlinse als Linie auf die Werkstückoberfläche abgebildet wird, um das Werkstück simultan zu verschweißen.

15 Zur Schaffung ausgedehnterer Fügekonturen wird üblicherweise das Strahlenbündel über einen mittels Roboterarm geführten Spiegelgelenkarm auf die Werkstückoberfläche gelenkt. Eine simultane oder quasisimultane Verschweißung der gesamten Fügekontur ist damit nicht möglich.

20 Auch sind Kombinationen von Spiegelgelenkarm und Scaneinrichtung bekannt. Die Abtastbewegung kann dann sowohl eine überlagerte Bewegung der strahlumlenkenden Elemente der Scaneinrichtung und des Roboterarmes sein, als auch eine ausschließliche Bewegung der strahlumlenkenden Elemente der Vorrichtung, mit der nebeneinander angeordnete Abtastbereiche abgetastet werden, zu denen die Vorrichtung nacheinander durch den Roboterarm positioniert wird. Auch mit einer solchen Lösung ist eine simultane oder quasisimultane Verschweißung der gesamten Fügekontur nicht möglich.

25 Die aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen zum quasisimultanen Verschweißen, bestehend aus strahlformenden und strahlumlenkenden Elementen, sind gerätetechnisch und konstruktiv aufwändig und erfordern in der Regel einen hohen Platzbedarf. Sie sind deshalb nicht geeignet, nebeneinander angeordnet zu

30

werden, um durch simultanes Abtasten von jeweils benachbarten Teilfügekonturen eine größere Fügekontur quasisimultan zu schweißen.

- 5 Bekannte Vorrichtungen zum simultanen Schweißen sind weniger platzaufwändig, da sie keinen Mechanismus zur Erzeugung einer Relativbewegung benötigen. Sie erfordern jedoch einen hohen Justieraufwand, wenn sie nebeneinander angeordnet zu einer komplexeren Vorrichtung zusammengesetzt werden sollen, um eine aus mehreren Teilfügeflächen bestehende größere Fügekontur zu schweißen. Dejustierungen führen dazu, dass überlappende Bereiche mit der doppelten
10 Strahlungsmenge beaufschlagt werden bzw. dass Bereiche der Fügefläche nicht verschweißt werden.

- Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum quasisimultanen Schweißen von Fügekonturen oder Teilfügekonturen zu schaffen, die mit geringem
15 gerätetechnischen und konstruktiven Aufwand herstellbar ist, einen deutlich geringeren Platzbedarf erfordert und die geeignet ist, mehrfach nebeneinander angeordnet, simultan mehrere Teilfügekonturen zu schweißen, die eine größere geschlossene Fügekontur bilden.

- 20 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausführungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

- Es ist ein wesentlicher Gedanke der Erfindung, als strahlformendes optisches Element
25 eine Gradienten-Index-Linse zu verwenden, wie sie in vielen Bereichen der Technik als Faserkopplung Verwendung findet. Anstelle von strahlumlenkenden Elementen, wie sie im Stand der Technik verwendet werden, um das Strahlenbündel über die Werkstückoberfläche zu führen, wird die Gradienten-Index-Linse gegenüber der Austrittsfläche der Lichtleitfaser bewegt, wobei die Gradienten-Index-Linse so
30 ausgeführt ist, dass bereits eine geringe Auslenkung (Verschiebeweg) der Gradienten-Index-Linse gegenüber der Lichtleitfaser ausreicht, um auf der Werkstückoberfläche eine große Auslenkung (Schweißweg) des Strahlenbündels zu erzeugen. Anstelle

durch die Gradienten-Index-Linse kann die erforderliche Relativbewegung zwischen der Gradienten-Index-Linse und der Austrittsfläche der Lichtleitfaser auch durch die Auslenkung der Lichtleitfaser oder durch eine kombinierte Bewegung der Lichtleitfaser und der Gradienten-Index-Linse realisiert werden.

5

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung, deren Maße und äußere Abmessungen im Wesentlichen durch die Bewegungseinheit vorgegeben ist, ist im Verhältnis zu herkömmlichen Vorrichtungen zum simultanen Schweißen mittels Laser wesentlich kleiner und leichter ausführbar. Das hat insbesondere den Vorteil, dass mehrere
10 derartige Vorrichtungen nebeneinander geordnet zu einer komplexeren Vorrichtung zusammengestellt werden können, um größere Fügekonturen schweißen zu können.

Die Erfindung soll nachfolgend an einigen Ausführungsbeispielen an Hand der Zeichnungen näher erläutert werden.

15 Hierzu zeigen:

Fig. 1 Prinzipanordnung für eine Vorrichtung mit einer Gradienten-Index-Linse und einer Bewegungseinheit

20

Fig. 2 Prinzipanordnung für eine Vorrichtung mit einer Gradienten-Index-Linse und zwei Bewegungseinheiten

Fig. 3 Prinzipanordnung für eine Vorrichtung mit zwei Gradienten-Index-Linsen

Fig. 4 konstruktive Darstellung einer geöffneten Vorrichtung

Fig. 5 perspektivische Ansicht einer Baugruppe einer Vorrichtung nach Fig. 4

25 In Fig. 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Vorrichtung gezeigt. Sie umfasst als technische Mittel eine Laserdiode 1, eine Lichtleitfaser 2, eine erste Gradienten-Index-Linse 4.1, einen ersten Piezosteller 6.1 (auch Aktor genannt) und eine hier nicht dargestellte Werkstückhalterung, in der die zu verschweißenden Teile (nachfolgend Werkstück genannt) gehalten werden. Die aus der Laserdiode 1
30 emittierende Strahlung wird unmittelbar in die Lichtleitfaser 2 eingekoppelt. Die Austrittsfläche 3 der Lichtleitfaser 2 ist in einem definierten Arbeitsabstand 7 zur ersten Gradienten-Index-Linse 4.1 fixiert. Die Austrittsfläche 3 und eine erste

Planfläche der ersten Gradienten-Index-Linse 4.1 liegen auch während der Relativbewegung zueinander in zueinander parallelen Ebenen. In nicht ausgelenkter Lage liegt der Flächenmittelpunkt der Austrittsfläche 3 auf der optischen Achse der ersten Gradienten-Index-Linse 4.1. Die erste Gradienten-Indexlinse 4.1 ist so ausgeführt, dass ihre Objektebene in der Ebene der Austrittsfläche 3 liegt, wobei der Arbeitsabstand 7 möglichst klein, kleiner 0,3 mm, gewählt ist, damit der Zerstreuungskreis des auf die erste Planfläche auftreffenden Strahlenbündels, bestimmt durch die Apertur der Lichtleitfaser 2, im Durchmesser deutlich kleiner ist als der Durchmesser der ersten Gradienten-Index-Linse 4.1. Dieses Größenverhältnis bestimmt den möglichen Bewegungsbereich, das heißt die erste Gradienten-Index-Linse 4.1 und die Austrittsfläche 3 können nur soweit zueinander verschoben werden, wie der Zerstreuungskreis auch noch vollständig auf die erste Planfläche der ersten Gradienten-Index-Linse 4.1 auftrifft. Daraus ergibt sich das Bestreben eine Lichtleitfaser 2 möglichst kleinen Querschnitts zu verwenden, was allerdings wiederum durch die Strahlungsleistung, die zum Schweißen mindestens benötigt wird, begrenzt ist. Geeignete Faserdurchmesser liegen derzeit im Bereich zwischen 50 und 1000 µm. Der Durchmesser der Gradienten-Index-Linsen 4.1, 4.2 liegt zwischen 0,5 und 2 mm.

Die erste Gradienten-Index-Linse 4.1 ist des Weiteren so ausgeführt, dass sie die Austrittsfläche 3 auf die Werkstückoberfläche 5 mit einem großen Abbildungsmaßstab abbildet. Je größer der Abbildungsmaßstab gewählt wird, desto geringer ist der Auslenkweg (Verstellweg), um den die erste Gradienten-Index-Linse 4.1 ausgelenkt werden muss, um eine große Auslenkung (Schweißweg) des Strahlenbündels auf der Werkstückoberfläche 5 zu bewirken.

Um die erste Gradienten-Index-Linse 4.1 gegenüber der Austrittsfläche 3 auszulenken, ist diese mit dem ersten Piezosteller 6.1 verbunden, der die erste Gradienten-Index-Linse 4.1 innerhalb seines möglichen Stellweges mit einer Frequenz bis zu 100 Hz hin und her bewegt bzw. diese über den Verschiebeweg in verschiedene Positionen führen kann, d.h. es sind statische und dynamische Positionierungen im Bereich des gesamten Verschiebeweges möglich.

Ein Verschiebeweg (Amplitude) von kleiner 500 µm reicht aus, um Linien bis zu einer Länge von 20 mm zu generieren, wenn z.B. eine Lichtleitfaser 2 mit einem

Durchmesser von 50 μm um das 40-fache vergrößert wird. Besonders vorteilhaft ist hier gegenüber einer konventionellen Sammellinse, dass die entstehenden achsfernen Abbildungen keine so starke Verzeichnung aufweisen, d.h. der auf der Werkstückoberfläche 5 entstehende Brennfleck von ca. 2 mm bleibt auf der generierten Linie im Durchmesser konstant.

Günstiger für den Energieeintrag in das Werkstück ist eine Brennfleckgröße von ca. 1 mm. Sie wird beispielsweise für eine Lichtleitfaser 2 mit einem Durchmesser von 50 μm bei einer Vergrößerung von 20 und einem Verschiebeweg von ca. 1500 μm erreicht. Der Schweißweg kann dann bis zu 30 mm betragen, d.h. die Fügekontur kann bis zu 30 mm x 30 mm sein.

Eine Vorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist insbesondere geeignet zur Ausführung von Punktschweißungen entlang einer Geraden kürzer 30 mm oder zur Ausführung einer Schweißnaht mit einer Fügekontur gleich einer Geraden kürzer 30 mm.

Ein zweites Ausführungsbeispiel, nicht dargestellt in den Zeichnungen, soll sich gegenüber dem ersten durch eine zusätzliche Stelleinrichtung 9 unterscheiden. Um den Brennfleck in seinem Durchmesser variieren zu können, kann mittels der Stelleinrichtung 9 der Werkstückabstand 8 (Abstand zwischen der Werkstückoberfläche 5 im nicht ausgelenkten Zustand der ersten Gradienten-Index-Linse 4.1 und der zweiten Planfläche der ersten Gradienten-Index-Linse 4.1 verändert werden, wodurch die Austrittsfläche 3 unscharf auf der Werkstückoberfläche 5 abgebildet wird. Diese Stelleinrichtung 9 ist auch dann nützlich, wenn die Werkstückoberfläche 5 keine ebene Fläche ist. Die Stelleinrichtung 9 sorgt dann für einen konstanten Werkstückabstand 8. Soweit die Abweichungen der Werkstückoberfläche 5 von einer Ebene allerdings innerhalb des Schärfentiefenbereiches liegen, ist eine Nachstellung des Werkstückabstandes 8 nicht notwendig.

In Fig. 2 ist ein drittes Ausführungsbeispiel dargestellt. Es soll sich gegenüber dem zweiten durch Ergänzung mit einem zweiten Piezosteller 6.2 unterscheiden. Dieser zweite Piezosteller 6.2 greift ebenfalls an der ersten Gradienten-Index-Linse 4.1 an

und ermöglicht deren Auslenkung in senkrechter Richtung zur Auslenkungsrichtung des ersten Piezostellers 6.1. Durch Überlagerung der beiden Auslenkbewegungen kann sowohl eine willkürlich geformte Linie generiert werden, als auch eine Fläche abgescannt werden.

5

In einem vierten Ausführungsbeispiel, gezeigt in Fig. 3, soll anstelle nur einer ersten Gradienten-Index-Linse 4.1 eine erste und eine zweite Gradienten-Index-Linse 4.1, 4.2 verwendet werden. Optisch erfüllen die beiden Gradienten-Index-Linsen 4.1, 4.2 die gleiche Funktion, wie sie in den Ausführungsbeispielen 1-3 von nur einer ersten Gradienten-Index-Linse 4.1 erfüllt wurden. Rein konstruktiv kann es jedoch einfacher sein, wenn nicht zwei Piezosteller 6.1, 6.2 an einer ersten Gradienten-Index-Linse 4.1 angreifen, was sich aufgrund deren kleinen Abmessungen als schwierig erweist. Auch müssen zusätzliche Maßnahmen getroffen werden, damit der erste Piezosteller 6.1 einer Auslenkung folgen kann, die vom zweiten Piezosteller 6.2 bewirkt wird und umgekehrt. Demgegenüber müssen bei der Verwendung von zwei Gradienten-Index-Linsen 4.1, 4.2 diese so ausgeführt werden, dass das die erste Gradienten-Index-Linse 4.1 verlassende und in die zweite Gradienten-Index-Linse 4.2 eintretende Strahlenbündel in keiner der möglichen Positionen der beiden Gradienten-Index-Linsen 4.1, 4.2 zueinander abgeschattet wird.

20

In einem fünften Ausführungsbeispiel soll eine konkrete konstruktive Ausführung für eine erfindungsgemäße Vorrichtung beschrieben werden. Fig. 4 zeigt hierzu eine Draufsicht auf eine zweiseitig geöffnete Vorrichtung, in der der Übersichtlichkeit halber die Lichtleitfaser 2, die elektrischen Zuführungen zu den Piezostellern 6.1, 6.2 und die Laserdiode 1 nicht dargestellt wurden.

25

Fig. 5 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Auslegers 10, begrenzt durch die Endplatte 11 und die Lagerplatte 12, in Verbindung mit den Piezostellern 6.1, 6.2. Diese Baugruppe stellt in Verbindung mit der ersten Gradienten-Index-Linse 4.1 das Kernstück der Vorrichtung dar.

30

An einer Basisplatte 13 sind parallel zueinander drei baugleiche, unter Vorspannung stehende Piezosteller 6.1, 6.2 mit jeweils einem Ende fest verbunden, während das jeweils zweite Ende der Piezosteller 6.1, 6.2 mit der Lagerplatte 12 in Verbindung

steht, die im nicht aktivierten Zustand parallel zur Basisplatte 13 ausgerichtet ist. Der dritte Piezosteller 6.3 hat nur die Funktion eines Abstandshalters mit einem gleichen thermischen Ausdehnungskoeffizient wie die agierenden Piezosteller 6.1, 6.2. Die Verbindung des zweiten Endes des dritten Piezostellers 6.3 mit der Lagerplatte 12 wird durch ein Drehgelenk gebildet, das einen Drehpunkt definiert, um den die Lagerplatte 12 bei Aktivierung der Piezosteller 6.1, 6.2 geschwenkt wird. Die Auslenkung der Lagerplatte 12 wird durch den Stellweg der Piezoelemente 6.1 und 6.2 bestimmt, die mit ihrem zweiten Ende an der Lagerplatte 12 anliegen. Die Lagerplatte 12 ist ein Abschlussstück eines Auslegers 10. Die Länge des Auslegers 10 ist bestimmt von dem gewünschten Abstand, den die Endplatte 11, die ein zweites Abschlussstück des Auslegers 10 darstellt und an der die zweite Gradienten-Index-Linse 4.2 fixiert ist, zur Lagerplatte 12 haben muss, um den Stellweg der Piezosteller 6.1, 6.2 so zu übersetzen, dass sich Verschiebewege für die erste Gradienten-Index-Linse 4.1 mit einer gewünschten Länge ergeben. Bei einer Gesamtlänge des Auslegers 10 zum Beispiel von ca. 15 cm kann ein Stellweg von 50 μm in einen Verschiebeweg von 1,5 mm übersetzt werden. Der Ausleger 10 muss ein in sich starres, torsionsfestes und möglichst leichtes Gebilde sein.

Am Umfang der Basisplatte 13 sind über Verbindungselemente 16 zwei, die beschriebene Baugruppe umhüllende Gehäusewinkel 14, befestigt, von denen in Fig. 4 ein erster Gehäusewinkel 14 dargestellt ist. Auf die Darstellung des zweiten Gehäusewinkels, der mit dem ersten Gehäusewinkel 14 über Verschraubungen 15 verbunden ist, wurde verzichtet, um die innenliegenden Bauteile zu zeigen. Das durch die Gehäusewinkel, gebildete rohrförmige Gehäuse ist an einem Ende unmittelbar unterhalb der Endplatte 11 durch ein Abschlussglas 20 verschlossen. Das andere Ende ragt über die Basisplatte 13 hinaus und ist durch eine Abdeckplatte 21 verschlossen. Die Abdeckplatte 21 weist ebenso wie die Basisplatte 13 Durchbrüche auf, durch welche in der Zeichnung nicht dargestellte Stromleitungen in das Gehäuseinnere zu den Piezostellern 6.1, 6.2 geführt sind. Außerdem ist durch die Abdeckplatte 21 eine Faserkupplung 17 geführt und mit dieser fest verbunden. Die Faserkupplung 17 dient zum einen zur Fassung der in Fig. 4 nicht dargestellten Lichtleitfaser 2, um sie zum Gehäuse zu positionieren und ermöglicht zum anderen, dass die Lichtleitfaser 2 praktisch durch zwei Faserstücke realisiert wird, nämlich

einem innerhalb des Gehäuses verlaufenden Faserstückes und einem Faserstück, welches sich außerhalb des Gehäuses befindet und in welches die Strahlung der Laserdiode 1 eingekoppelt wird. Das im Gehäuse befindliche freie Ende der Lichtleitfaser 2 ist in einem Faserstecker 18 unmittelbar oberhalb der ersten Gradienten-Index-Linse 4.1 gefasst, der über einen Fasersteckerhalter 19 starr mit dem Gehäuse verbunden ist. Bei Aktivierung der Piezosteller 6.1, 6.2 wird nun die erste Gradienten-Index-Linse 4.1 unterhalb der Austrittsfläche 3 der Lichtleitfaser 2 verschoben (korrekt: geschwenkt).

Bei einer Lichtleitfaser 2 mit einem Durchmesser von 100 μm , einem Arbeitsabstand 7 zwischen der Austrittsfläche 3 und der Eintrittsfläche der ersten Gradienten-Index-Linse 4.1 von ebenfalls 100 μm , einem Linsendurchmesser von 1,8 mm und einer Vergrößerung der Linse von 14 können Schweißwege von 20 mm realisiert werden, d.h. es kann eine Fügekontur von 20 mm x 20 mm quasisimultan verschweißt werden.

Es ist von besonderem Vorteil, dass die Vorrichtung parallel zur Werkstückoberfläche 5 nicht über die Abmessungen der schweißbaren Fügekontur hinausgeht, sodass sie problemlos aneinander gereiht werden können, um geschlossene größere Fügekonturen simultan schweißen zu können.

In einem sechsten Ausführungsbeispiel, nicht dargestellt in der Zeichnung, soll eine Vorrichtung mehrere Vorrichtungen umfassen, wie sie in den Ausführungsbeispielen 1-5 aufgezeigt wurden. Die Ausführungsbeispiele 1-5 haben gemeinsam, dass eine Fügekontur quasisimultan erzeugt werden kann, die in Ihrer Ausdehnung durch den Auslenkungsbereich, den das Strahlenbündel auf der Werkstückoberfläche 5 überstreichen kann, bestimmt ist. Hier wird nun der Vorteil der Erfindung besonders deutlich. Durch den geringen Platzbedarf, der im Wesentlichen nur durch die Piezosteller 6.1, 6.2 bestimmt wird, können dicht zueinander mehrere Module angeordnet werden, die funktionell aufeinander abgestimmt gemeinsam eine größere Fügekontur, zusammengesetzt aus einzelnen Teilfügekonturen, simultan erzeugen können. Indem alle Module jeweils simultan eine Teilfügekontur quasisimultan überstreichen, wird die gesamte Fügekontur mit der Strahlung beaufschlagt. D.h. das Werkstück, bestehend aus zwei Teilen, dessen Fügeflächen

aneinander liegen, wird im Bereich der Fügekontur simultan und quasisimultan erwärmt, plastifiziert und verschweißt.

- 5 In allen beschriebenen Ausführungsbeispielen wurde davon ausgegangen, dass die strahlformende optische Einheit, bestehend aus einer oder auch zwei Gradienten-Index-Linsen 4.1, 4.2, die Austrittsfläche 3 der Lichtleitfaser 2 auf die Werkstückoberfläche 5 abbildet. Ebenso können die Gradienten-Index-Linsen 4.1, 4.2 so dimensioniert und zur Austrittsfläche 3 angeordnet sein, dass das Strahlenbündel
- 10 kollimiert bzw. auf die Werkstückoberfläche 5 fokussiert wird.
- Anstelle der Piezosteller 6.1, 6.2 können auch andere aus dem Stand der Technik bekannte lineare Bewegungseinheiten, wie kapazitive Steller oder elektromagnetische Steller verwendet werden.
- 15 Es liegt auf der Hand, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung auch in Verbindung mit einem Roboterarm angewendet werden kann. Gegenüber herkömmlichen artgleichen Vorrichtungen ist hier vor allem ihr geringes Gewicht von Vorteil.

- Auch können Punktschweißungen simultan in einem festen Abstand zueinander
- 20 erzeugt werden, mit einer gleichen Anzahl von Vorrichtungen zueinander positioniert, wie Schweißpunkte erzeugt werden sollen. Derartige Vorrichtungen bedürfen dann keinen linearen Bewegungseinheiten.

Aufstellung der verwendeten Bezugszeichen

	1	Laserdiode
	2	Lichtleitfaser
5	3	Austrittsfläche
	4.1	erste Gradienten-Index-Linse
	4.2	zweite Gradienten-Index-Linse
	5	Werkstückoberfläche
	6.1	erster Piezosteller
10	6.2	zweiter Piezosteller
	6.3	dritter Piezosteller
	7	Arbeitsabstand
	8	Werkstückabstand
	9	Stelleinrichtung
15	10	Ausleger
	11	Endplatte des Auslegers
	12	Lagerplatte des Auslegers
	13	Basisplatte
	14	erster Gehäusewinkel
20	15	Verschraubungen zum Verbinden der Gehäusewinkel
	16	Verbindungselemente
	17	Faserkupplung
	18	Faserstecker
	19	Fasersteckerhalter
25	20	Abschlussglas
	21	Abdeckplatte

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Schweißen einer Fügekontur mittels Laserstrahlung mit einer Laserdiode (1), einer in deren Strahlungsrichtung vorgeordneten Lichtleitfaser (2),
5 in deren Eintrittsfläche das emittierende Strahlenbündel der Laserdiode (1) eingekoppelt wird und deren Austrittsfläche (3) in Strahlungsrichtung vor einer strahlformenden optischen Einheit angeordnet ist, so dass das Strahlenbündel über die strahlformende optische Einheit auf einer der strahlformenden optischen Einheit nachgeordneten Werkstückoberfläche (5) einen Brennfleck abbildet,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass die strahlformende optische Einheit aus wenigstens einer Gradienten-Index-Linse (4.1, 4.2) besteht, die mit wenigstens einer linearen Bewegungseinheit verbunden ist, mittels der die Gradienten-Index-Linse (4.1, 4.2) radial zur Austrittsfläche (3) um einen Verschiebeweg ausgelenkt wird, um eine Auslenkung
15 des Strahlenbündels zu erzeugen, wodurch der Brennfleck auf der Werkstückoberfläche (5) eine Fügekontur abtastet.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die strahlformende optische Einheit aus genau einer (der ersten) Gradienten-
20 Index-Linse (4.1) besteht, die mit zwei linearen Bewegungseinheiten verbunden ist, die einen ersten und einen zweiten Piezosteller 6.1, 6.2 darstellen, die eine Auslenkung der ersten Gradienten-Index-Linse (4.1) in zueinander senkrechte Richtungen bewirken.
- 25 3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die strahlformende optische Einheit aus genau zwei Gradienten-Index-Linsen (4.1, 4.2) besteht, die in Strahlungsrichtung hintereinander angeordnet sind und mit jeweils einer linearen Bewegungseinheit verbunden sind, die einen ersten und einen zweiten Piezosteller 6.1, 6.2 darstellen, um gegenüber der Austrittsfläche
30 (3) in zueinander senkrechte Richtungen ausgelenkt zu werden.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet,
dass die strahlformende optische Einheit so ausgeführt ist, dass die Austrittsfläche
(3) in einem Abstand kleiner 0,3 mm vor der ersten optischen Fläche und die
Werkstückoberfläche (5) in einem Abstand größer 10 mm hinter der letzten
optischen Fläche der strahlformenden optischen Einheit angeordnet sind und die
strahlformende optische Einheit einen Abbildungsmaßstab größer 30 aufweist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
dass die strahlformende optische Einheit so ausgeführt ist, dass die Austrittsfläche
(3) in deren Objektebene und die Werkstückoberfläche (5) im nicht ausgelenkten
Zustand in deren Bildebene liegt und die strahlformende Einheit einen
Tiefenschärfebereich aufweist, der größer ist als eine maximale
Abstandsänderung, die eine unebene Werkstückoberfläche (5) über den Bereich
der Auslenkung gegenüber der letzten optischen Fläche der strahlformenden
optischen Einheit (4) hat.
6. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
dass der erste und der zweite Piezosteller (6.1, 6.2) mit der ersten Gradienten-
Index-Linse (4.1) mittelbar über einen Ausleger (10) verbunden sind, der die
Stellwege der Piezosteller (6.1, 6.2) in die Verschiebewege der ersten Gradienten-
Index-Linse (4.1) übersetzt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,
dass die Piezosteller (6.1, 6.2) jeweils mit einem Ende fest an einer Basisplatte (13)
befestigt sind und mit ihrem freien Ende an einer Lagerplatte (12) des Auslegers
(10) anliegen und die Lagerplatte (12) um einen zur Basisplatte (13) fixen
Drehpunkt schwenkbar ist, sodass die Lagerplatte (12) und damit der Ausleger
(10) bei Aktivierung der Piezosteller (6.1, 6.2) entsprechend deren Stellwege um
den Drehpunkt geschwenkt wird.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,
dass der Drehpunkt durch ein Drehgelenk definiert wird, welches sich an einem
Ende eines dritten Piezostellers (6.3) befindet, der parallel zu den Piezostellern
(6.1, 6.2) den Abstand des Drehpunktes zur Basisplatte (13) bestimmt.

5

9. Vorrichtung zum Schweißen einer Fügekontur mittels Laserstrahlung, dadurch
gekennzeichnet,
dass sie mehrere Vorrichtungen gemäß einem der Ansprüche 1-8 umfasst,
die so zueinander angeordnet sind, dass die jeweils abgetasteten Fügekonturen
Teilfügekonturen entsprechen, die gemeinsam eine größere geschlossene
Fügekontur ohne Überlappungen der Teilfügekonturen bilden.

10

1/5

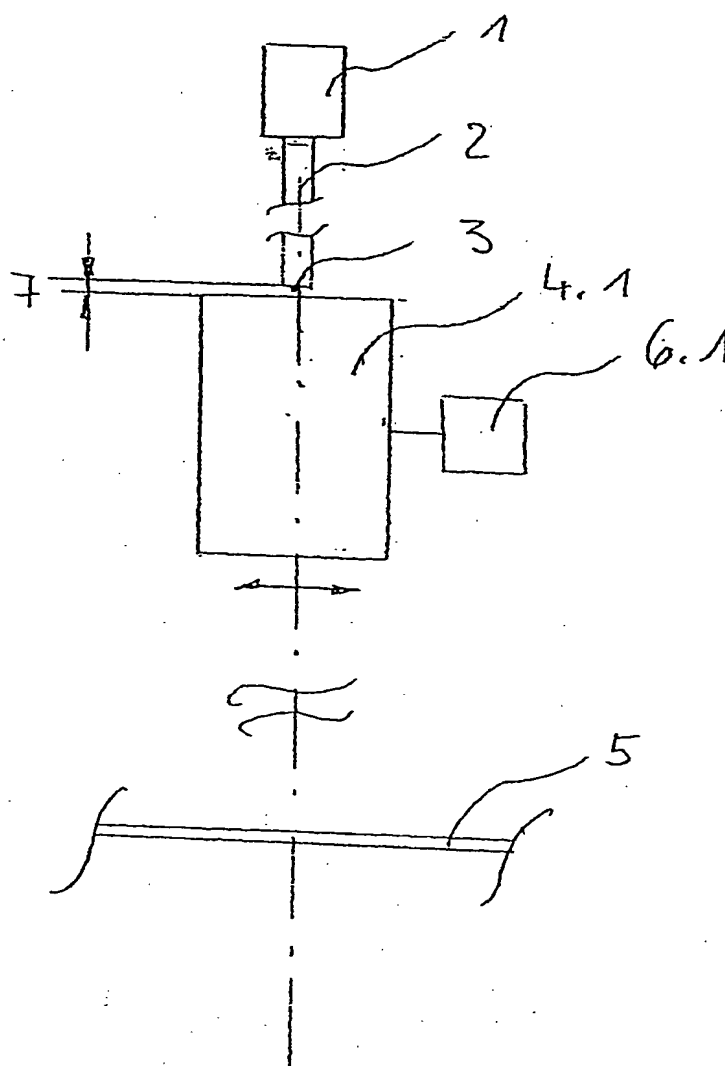


Fig. 1

This Page Blank (uspto)

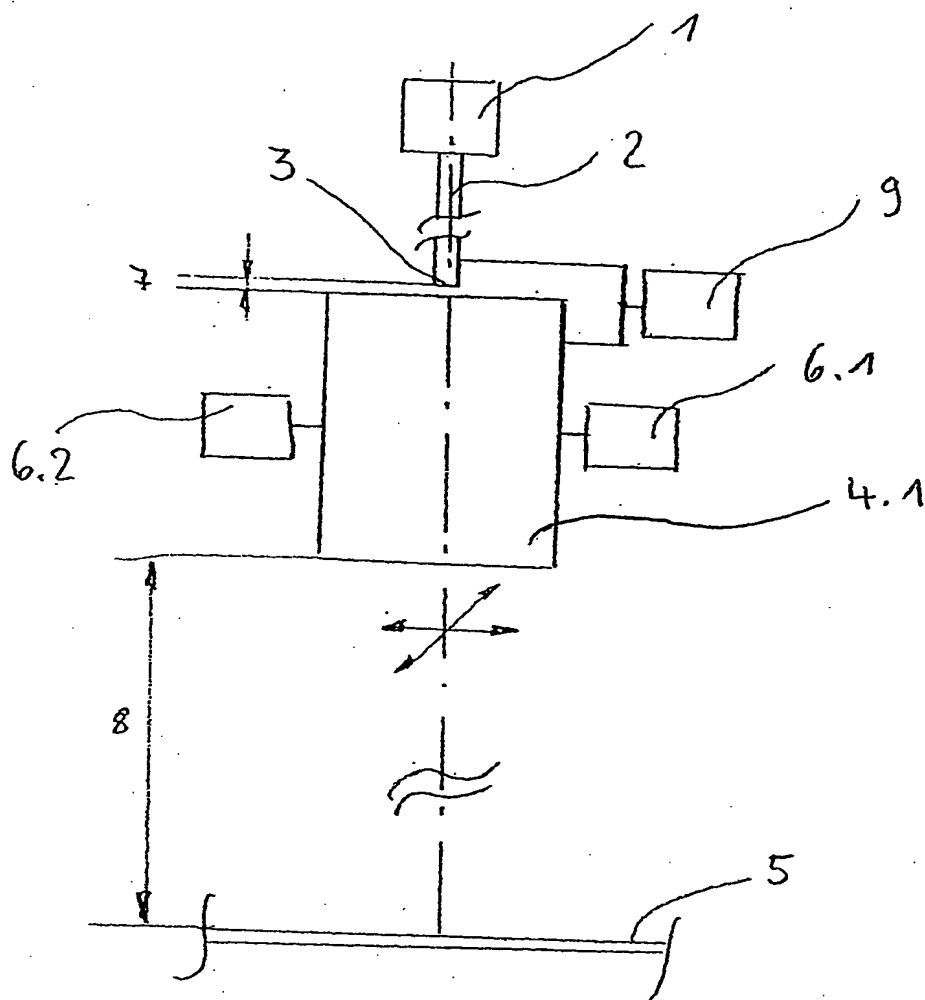


Fig. 2

This Page Blank (uspto)

3/5

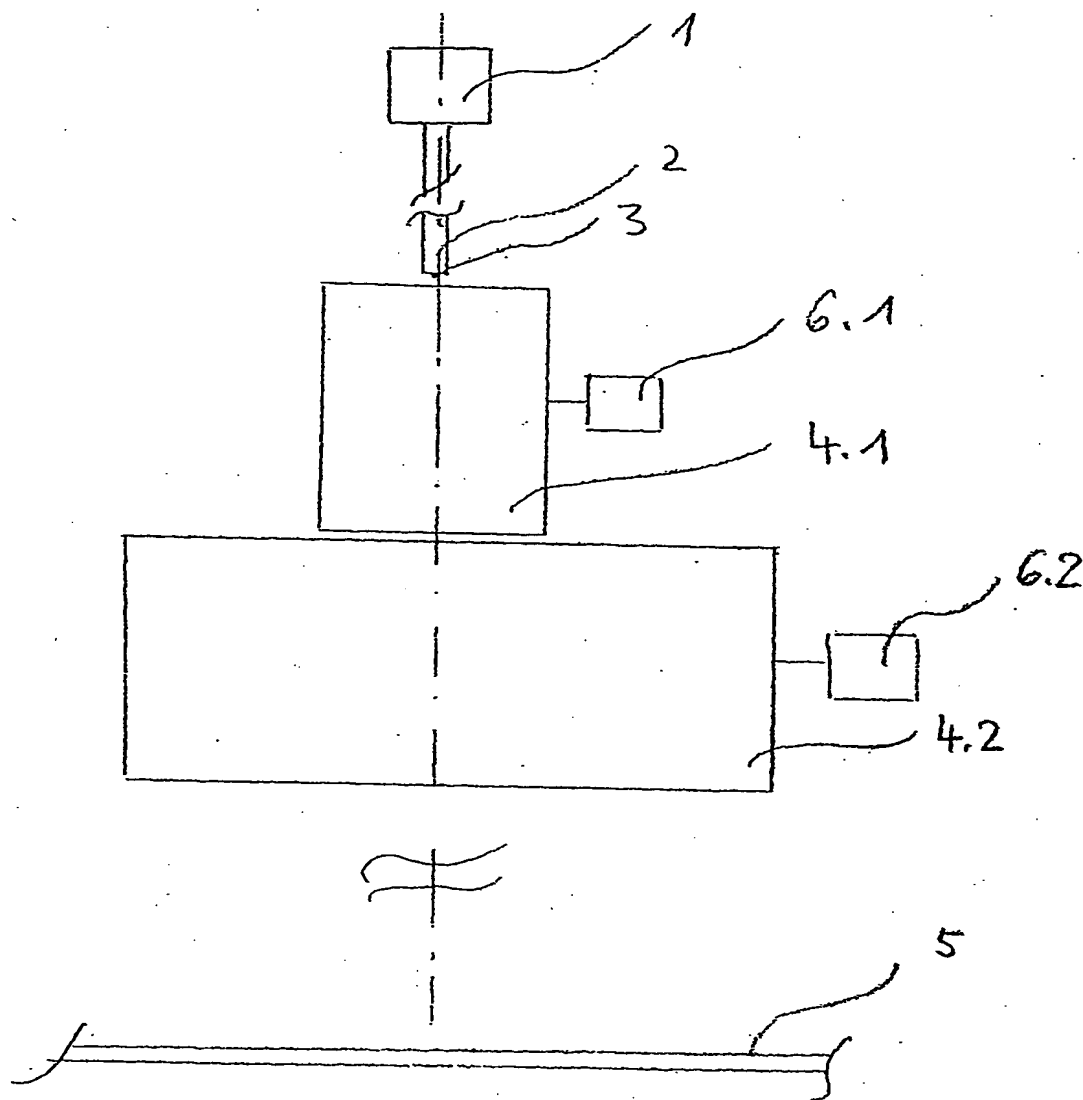


Fig. 3

This Page Blank (uspto)

4/5

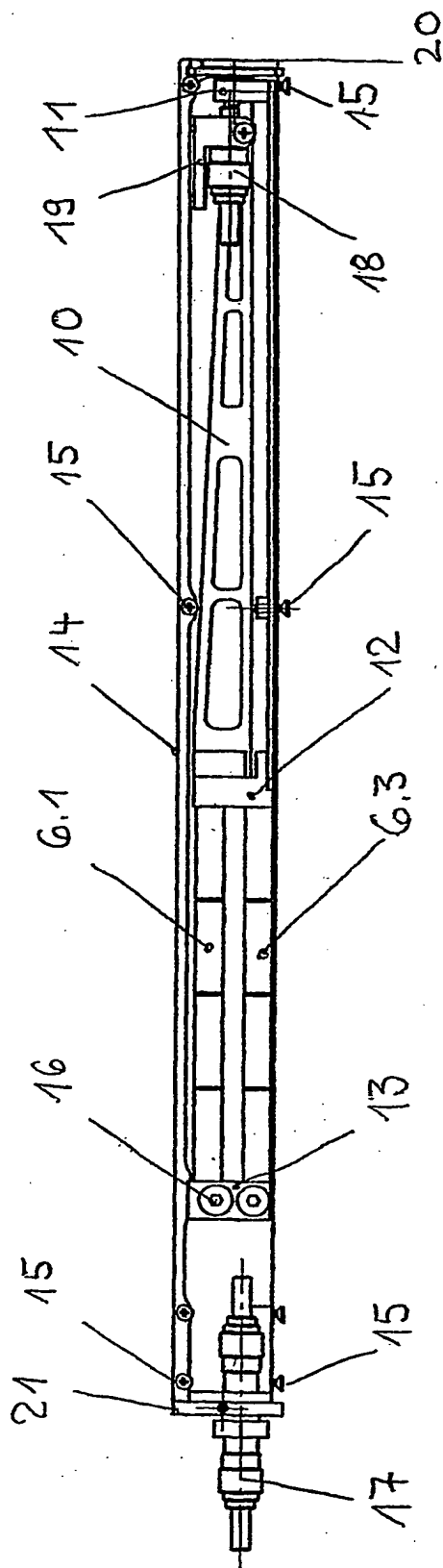
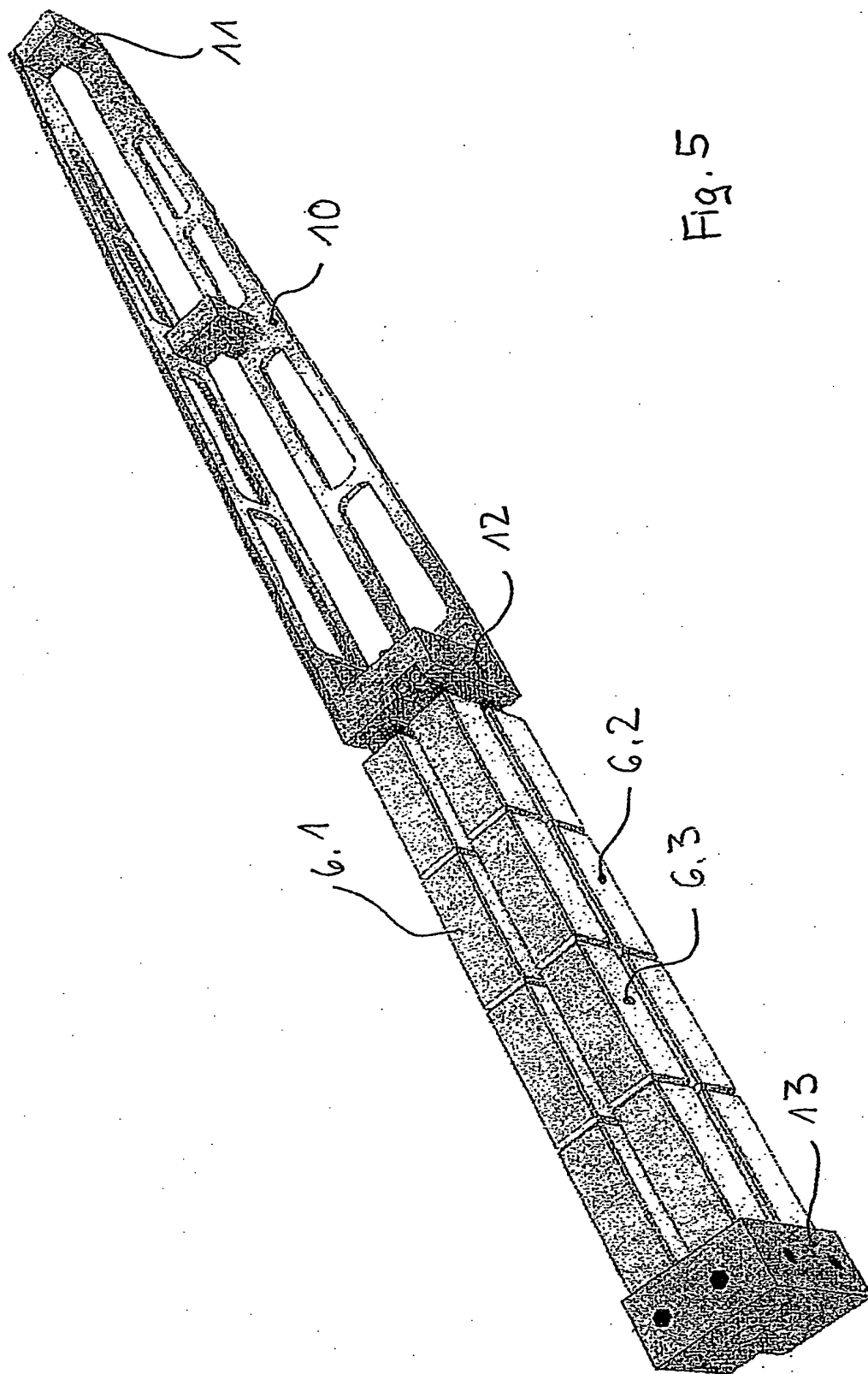


Fig. 4

This Page Blank (uspto)



This Page Blank (uspto)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationale Aktenzeichen

PT/DE 03/03026

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B23K26/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B23K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0154, Nr. 89 (M-1189), 11. Dezember 1991 (1991-12-11) & JP 3 210980 A (AMADA CO LTD), 13. September 1991 (1991-09-13) Zusammenfassung	1, 2, 4, 5
X	EP 0 483 385 A (SHIN MEIWA IND CO LTD) 6. Mai 1992 (1992-05-06) Seite 3, Zeile 18 - Zeile 33	1, 2, 4, 5
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2000, Nr. 06, 22. September 2000 (2000-09-22) & JP 2000 071089 A (SUMITOMO HEAVY IND LTD), 7. März 2000 (2000-03-07) Zusammenfassung	1
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. Februar 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/02/2004

Namen und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

De Backer, T

INTERNATIONALEN FORSCHUNGSBERICHT

Internationales Patentsystem

PCT/DE 03/03026

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 198 32 168 A (LISA LASER PRODUCTS OHG FUHRBE) 20. Januar 2000 (2000-01-20) das ganze Dokument	1-9
A	EP 0 876 870 A (PEUGEOT ; CITROEN SA (FR)) 11. November 1998 (1998-11-11) Anspruch 2	2
A	EP 0 522 811 A (ARMCO STEEL CO LP) 13. Januar 1993 (1993-01-13) das ganze Dokument	9
A	EP 1 219 381 A (SIEMENS AG) 3. Juli 2002 (2002-07-03) das ganze Dokument	1-9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Informationen: Aktenzeichen

PCT/DE 03/03026

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 3210980	A	13-09-1991	JP 2843083 B2	06-01-1999
EP 0483385	A	06-05-1992	JP 2769647 B2	25-06-1998
			JP 4262886 A	18-09-1992
			CA 2064004 A1	24-11-1991
			DE 69128408 D1	22-01-1998
			EP 0483385 A1	06-05-1992
			WO 9117857 A1	28-11-1991
			US 5302802 A	12-04-1994
			JP 2727379 B2	11-03-1998
			JP 4220190 A	11-08-1992
JP 2000071089	A	07-03-2000	JP 3395142 B2	07-04-2003
DE 19832168	A	20-01-2000	DE 19832168 A1	20-01-2000
			AT 230342 T	15-01-2003
			DE 59903916 D1	06-02-2003
			WO 0003865 A1	27-01-2000
			EP 1098751 A1	16-05-2001
			ES 2190242 T3	16-07-2003
			JP 2003514684 T	22-04-2003
EP 0876870	A	11-11-1998	FR 2762244 A1	23-10-1998
			EP 0876870 A1	11-11-1998
EP 0522811	A	13-01-1993	US 5229571 A	20-07-1993
			AT 141845 T	15-09-1996
			AU 656590 B2	09-02-1995
			AU 1828292 A	14-01-1993
			BR 9202461 A	16-03-1993
			CA 2072197 A1	09-01-1993
			CN 1068525 A ,B	03-02-1993
			DE 69213129 D1	02-10-1996
			DE 69213129 T2	16-01-1997
			EP 0522811 A1	13-01-1993
			ES 2090521 T3	16-10-1996
			FI 923132 A	09-01-1993
			JP 5185256 A	27-07-1993
			KR 140070 B1	15-07-1998
			MX 9203958 A1	01-04-1993
			ZA 9204600 A	31-03-1993
EP 1219381	A	03-07-2002	EP 1219381 A1	03-07-2002
			WO 02051578 A1	04-07-2002
			EP 1351793 A1	15-10-2003

This Page Blank (uspto)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

T/DE 03/03026

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B23K26/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0154, no. 89 (M-1189), 11 December 1991 (1991-12-11) & JP 3 210980 A (AMADA CO LTD), 13 September 1991 (1991-09-13) abstract	1,2,4,5
X	EP 0 483 385 A (SHIN MEIWA IND CO LTD) 6 May 1992 (1992-05-06) page 3, line 18 - line 33	1,2,4,5
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 06, 22 September 2000 (2000-09-22) & JP 2000 071089 A (SUMITOMO HEAVY IND LTD), 7 March 2000 (2000-03-07) abstract	1
-/-		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

* & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 February 2004

Date of mailing of the international search report

11/02/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

De Backer, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Publication No

PCT/DE 93/03026

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 198 32 168 A (LISA LASER PRODUCTS OHG FUHRBE) 20 January 2000 (2000-01-20) the whole document	1-9
A	EP 0 876 870 A (PEUGEOT ; CITROEN SA (FR)) 11 November 1998 (1998-11-11) claim 2	2
A	EP 0 522 811 A (ARMCO STEEL CO LP) 13 January 1993 (1993-01-13) the whole document	9
A	EP 1 219 381 A (SIEMENS AG) 3 July 2002 (2002-07-03) the whole document	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information Application No

T/DE 03/03026

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 3210980	A	13-09-1991	JP 2843083 B2	06-01-1999
EP 0483385	A	06-05-1992	JP 2769647 B2	25-06-1998
			JP 4262886 A	18-09-1992
			CA 2064004 A1	24-11-1991
			DE 69128408 D1	22-01-1998
			EP 0483385 A1	06-05-1992
			WO 9117857 A1	28-11-1991
			US 5302802 A	12-04-1994
			JP 2727379 B2	11-03-1998
			JP 4220190 A	11-08-1992
JP 2000071089	A	07-03-2000	JP 3395142 B2	07-04-2003
DE 19832168	A	20-01-2000	DE 19832168 A1	20-01-2000
			AT 230342 T	15-01-2003
			DE 59903916 D1	06-02-2003
			WO 0003865 A1	27-01-2000
			EP 1098751 A1	16-05-2001
			ES 2190242 T3	16-07-2003
			JP 2003514684 T	22-04-2003
EP 0876870	A	11-11-1998	FR 2762244 A1	23-10-1998
			EP 0876870 A1	11-11-1998
EP 0522811	A	13-01-1993	US 5229571 A	20-07-1993
			AT 141845 T	15-09-1996
			AU 656590 B2	09-02-1995
			AU 1828292 A	14-01-1993
			BR 9202461 A	16-03-1993
			CA 2072197 A1	09-01-1993
			CN 1068525 A , B	03-02-1993
			DE 69213129 D1	02-10-1996
			DE 69213129 T2	16-01-1997
			EP 0522811 A1	13-01-1993
			ES 2090521 T3	16-10-1996
			FI 923132 A	09-01-1993
			JP 5185256 A	27-07-1993
			KR 140070 B1	15-07-1998
			MX 9203958 A1	01-04-1993
			ZA 9204600 A	31-03-1993
EP 1219381	A	03-07-2002	EP 1219381 A1	03-07-2002
			WO 02051578 A1	04-07-2002
			EP 1351793 A1	15-10-2003

This Page Blank (uspto)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)